/12



DE LENS VAN STOKES MET CONSTANTE AS.

DOOR

HERMAN SNELLEN.

Stokes gaf ons, door combinatie van eene negatieve en eene positieve cylinderlens, een glas van veranderlijke sterkte. Door draaiing namelijk van het eene cylinderglas ten opzichte van het andere om de lens-as doorloopt de astigmatische breking van 2/F tot 0, al naarmate de assen der beide glazen loodrecht of evenwijdig ten opzichte van elkander gericht worden. Hierbij verandert de sterkte der resulteerende lens in evenredigheid tot den sinus van den hoek, dien de beide cylinderassen vormen.

Eene lens van Stokes, samengesteld uit C + 1/12 en C — 1/12, verschaft elke astigmatische breking van 1/6 tot 0. Zij kan dus de geheele reeks van tusschenliggende cylinderglazen vervangen.

Bij de bepaling van astigmatisme moet zoodanige lens groot voordeel kunnen aanbrengen ; toch was tot heden haar gebruik weinig algemeen. De reden daarvan ligt voor de hand: bij de draaiing van het eene glas ten opzichte van het andere, moest telkens de as van den resulteerenden cylinder worden opgezocht. De lens van Stokes is

onbruikbaar voor praktische doeleinden, zoolang deze as geene constante richting bezit.

Javal toonde 't eerst aan, dat men dit verkrijgen kan. In de zitting van het ophthalmologisch Congres van 4 September 1868 toonde hij een instrument, waarbij de positieve cylinder vaststond, terwijl het negatieve glas vervangen was door twee glazen van de halve sterkte, die gelijkmatig, maar in tegenovergestelde richting gedraaid worden. Javal bleef echter de voorkeur geven aan zijne combinatie eener reeks van cylinderglazen van verschillende sterkte met evenwijdige assen, zooals hij die in zijn binoculairen optometer heeft aangebracht. Waarschijnlijk stuitte hij op technische uitvoering. Hij vermeldt namelijk 1), bij de beschrijving van zijn werktuig: „dass dasselbe noch sehr unvollkommen sei, und „dass er es eigentlich nur desswegen habe construiren „lassen, um zu zeigen dass die Sache ausführbar sei."

Een voor de praktijk geschikte lens van Stokes met constante as bleef een desideratum.

In Juli 1872 liet de Heer Crétès, Opticien te Parijs, mij een even ingenieus als eenvoudig toestel zien, hetgeen door hem was aangewend bij de vervaardiging van een dubbelprisma van veranderlijke sterkte, volgens de door Herschel reeds aangewende methode van combinatie van twee prisma's. Het viel mij onmiddelijk in het oog op, dat, met dit mechanisme, eene lens van Stokes met constante as zou kunnen worden samengesteld.

Volgens bedoelde mechaniek wordt eene draaiende beweging van den ring, waarin de glazen gezet zullen worden, verkregen door eene stalen veer, die daaraan be-

---

1) Zehender's Klinische Monatsblätter 6ter Jahrgang, 1868, S. 372.

vestigd is, en om den ring heenloopt. Door de stalen veer op en neer te bewegen, waarbij zij van den ring ontrolt of weder oprolt, krijgt de ring, die vrij in een rand beweeglijk is, eene draaiende beweging. Daaraan evenwijdig en volkomen op dezelfde wijze en gelijktijdig, maar in tegenovergestelde richting wordt in denzelfden rand een tweede ring gedraaid.



Ik verzocht den Heer Crétès in dergelijken toestel cylinders van — 1/12 en van + 1/12 te plaatsen, zoodat ze gelijkmatig in tegenovergestelde richting gedraaid kunnen worden. Door eene schuivende beweging wordt het vrije uiteinde der stalen veeren in het handvat van het instrument ingetrokken of weder teruggeduwd. Hier is tevens gelegenheid de verdeelde schaal aan te brengen 1).

1) Het is duidelijk dat dit mechanisme zou kunnen vervangen worden door een getand rad, dat op de beide ringen, waarin de cylinders gevat zijn, in tegenovergestelde werking inwerkt.

Ik heb den Heer Crétès aanbevolen, in het vervolg, schaal en aanwijzer aan te brengen op de twee in tegenoverge-

Op deze wijze verkreeg ik het lang gewenschte veranderlijke cylinderglas met constante as. Door de voortreffelijke uitvoering van den Heer Crétès, voldoet het aan alle eischen, en, wat voor algemeene toepassing van niet gering belang is, het is een weinig kostbaar instrument. Naar mij toeschijnt, zal dit werktuig in het armamentarium van den Ophthalmoloog niet mogen worden gemist 1).

Na eenig beproeven, bleek het mij wenschelijkst de schaal op de volgende wijze interichten. Voor de combinatie van C + 1/F en C — 1/F wordt de schaal in 10 onderdeelen verdeeld, en de breking in de beide hoofdmeridianen vermeld:

10	:	10 F	∟	—	10	:	10 F.
9	:	„	∟	—	9	:	„
8	:	„	∟	—	8	:	„
7	:	„	∟	—	7	:	„
6	:	„	∟	—	6	:	„
5	:	„	∟	—	5	:	„
4	:	„	∟	—	4	:	„
3	:	„	∟	—	3	:	„
2	:	„	∟	—	2	:	„
1	:	„	∟	—	1	:	„
0	:	„	∟	—	0	:	„

---

stelde richting draaiende glazen. Onzuiverheden in de schuivende beweging zijn alsdan niet in de aflezing opgenomen, en men heeft over het dubbele van de ruimte te beschikken, waardoor de schaal duidelijker kan worden, hetgeen te meer van belang is, omdat men gedurende de proefneming moet aflezen.

1) De gemodificeerde lens van Stokes, evenals het bovengenoemde dubbelprisma, is verkrijgbaar bij den Heer Crétès, Opticien, 66 Rue de Rennes, Paris.

Neemt men 1/F = 1/12, met andere woorden, combineert men een cylinderglas van C + 1/12 met C — 1/12, dan verkrijgt men 10 nummers van Burow's brillenreeks van 1/120 intervalle, in den eenen meridiaan van positieven, in den anderen van negatieven brandpuntsafstand.

Als men aan dergelijke lens van Stokes nog een spherisch glas van 1/F verbindt (aan onzen toestel is daartoe eene gleuf aangebracht), dan verkrijgt men hetzelfde alsof men in plaats van één positieven en negatieven cylinder twee positieve cylinders van 1/F had gecombineerd. De schaal wordt alsdan:

20 : 10 F	⌊ 0		of c 2 : F ○ 0
19 : „	⌊ 1 : 10 F	c 18 : 10 F	○ s 1 : 10 F
18 : „	⌊ 2 : „	c 16 : „	○ s 2 : „
17 : „	⌊ 3 : „	c 14 : „	○ s 3 : „
16 : „	⌊ 4 : „	c 12 : „	○ s 4 : „
15 : „	⌊ 5 : „	c 10 : „	○ s 5 : „
14 : „	⌊ 6 : „	c 8 : „	○ s 6 : „
13 : „	⌊ 7 : „	c 6 : „	○ s 7 : „
12 : „	⌊ 8 : „	c 4 : „	○ s 8 : „

De hoek, die daartoe door de assen behoort gevormd te worden, vindt men door den sinus, van 0 tot 1, telkens met 1/10 te doen toenemen:

Sin.	1/10	=	5° 44′ 21″
„	2/10	=	11° 32′ 13″
„	3/10	=	17° 27′ 27″
„	4/10	=	23° 34′ 42″
„	5/10	=	30°

Sin. 6/10 = 36° 52′ 10″
„ 7/10 = 44° 25′ 37″
„ 8/10 = 53° 7′ 47′
„ 9/10 = 64° 9′ 30″
„ 10/10 = 90°.

Bij de aanwending dezer Stokes' lens bezig ik voor afstand bij voorkeur de evenwijdige lijnen, zooals die in mijne Test-Types als No. XX, voor 20 voet afstands, gegeven zijn. Ten einde ook bij verminderde gezichtsscherpte op denzelfden afstand te kunnen bepalen, heb ik dergelijke stellen van 3 evenwijdige lijnen, van verschillende grootte, overeenkomende met de afmetingen der letters CC — XX vervaardigd. Men zal ze vinden in de nieuwe uitgave der duitsche „Probebuchstaben," die dezer dagen bij den Uitgever H. Peters te Berlijn verschijnt.

Door de lijnen te plaatsen evenwijdig aan een der hoofdmeridianen 1) van het oog, zal men met behulp dezer lens de breking in een meridiaan gemakkelijk bepalen. Men drage slechts zorg dat de as van den resulteerenden cylinder evenwijdig blijve aan de richting der lijnen. Op deze wijze kan men achtereenvolgend de refractie van het oog in verschillende meridianen bepalen. Het verschil van breking in de meridianen van sterkste en zwakste breking wordt dan aangenomen als den graad van het astigmatisme.

Tegen deze wijze van bepaling van het astigmatisme,

---

1) De evenwijdige lijnen plaatst men gemakkelijk in de gewenschte richting, wanneer men het blad niet ophangt, maar in het midden een ronden nagel doorsteekt en het zoo aan den wand bevestigt. Tot dit doel is in het midden een kleine graadboog aangebracht.

door namelijk de breking in de beide hoofdmeridianen afzonderlijk te bepalen en daarvan het verschil te nemen, kan een bezwaar worden aangevoerd: wanneer toch de accommodatie niet is opgeheven, is men niet zeker, dat voor de beide meridianen de ontspanning der accommodatie geheel gelijkmatig zal zijn. De verhouding tusschen latente en manifeste hypermetropie behoeft niet altijd in de beide meridianen dezelfde te zijn. Het verdient daarom de voorkeur bij de bepaling van het astigmatisme de refractie in de beide hoofdmeridianen gelijk te maken, zooals wij zulks doen, wanneer wij bij het zien naar samengestelde figuren, b. v. letters, gewone cylinderglazen aanwenden.

Hierbij echter levert het gebruik der Stokes' lens een bezwaar: men verkrijgt namelijk eene gelijktijdige verandering der breking ook in den tegenovergestelden meridiaan, welke storend kan worden. Voor de waarneming in de nabijheid kan men dit bezwaar ontgaan, door gebruik te maken van de combinatie van twee positieve cylinders. Volgens de hierboven aangegeven schaal verkrijgt men hierbij cylinderwerking, verbonden met spherische werking. Bij de afname van de cylinderwerking, neemt de spherische werking toe. Bij bepaling in de nabijheid levert deze bijkomende spherische werking geen overwegend bezwaar, omdat — hetzij door ontspanning der accommodatie, hetzij door naderbij brengen van het voorwerp — hieraan kan worden tegemoet gekomen. Terwijl bij twee cylinderlenzen van + 1/12, de spherische werking van 0 tot 1/12 stijgt, behoeft men dan, bij het lezen, slechts het boek van 12 tot op 6 duim afstands tot het oog te naderen.

Bij het waarnemen op grooteren afstand kan deze wijziging van den afstand niet te baat worden genomen.

Indien er nu geene accommodatie, die ontspannen zou kunnen worden, beschikbaar is, dan wordt het gebruik ook van de gemodificeerde Stokes' lens zeer belemmerd en men is genoopt, bij de waarneming, zich te bepalen tot voorwerpen, waarvan slechts in één meridiaan de afmetingen behoeven te worden onderscheiden, b.v. evenwijdige lijnen.

Van oneindig ruimere toepassing zoude het werktuig wezen, wanneer wij in staat waren de spherische werking geheel te elimineeren, zoodat we een zuiveren cylinder overhielden. Onmogelijk is dit niet. We hebben daartoe een ander middel, om de sterkte van lenzen te veranderen, in toepassing te brengen en aan de Stokes' lens toe te voegen. Het effect van de wijziging van den afstand van lenzen komt hier te stade. Plaatsen we voor ons werktuig nog de combinatie, b.v., van S—1/3 en S+1/4. Wanneer de afstand van de knooppunten dezer beide lenzen = 1 Parijsche duim is, dan leveren zij geene spherische werking; door de positieve lens tot de negatieve te naderen, neemt de spherische werking toe tot —1/12. Het is duidelijk dat dergelijke toenemende spherische werking van 0 tot —1/12 en de door de cylinders voortgebrachte spherische breking, die van 0 tot +1/12 bedraagt, elkander kunnen opheffen 1). De eenige

1) Tot het daarstellen eener negatieve cylinder van C1/6 tot 0 combineere men C—1/12 met [C—1/12 ⊃ S—1/4]. Men verkrijgt alsdan, nevens de afname van de cylindrische werking van af C—1/6 tot 0, eene toenemende spherische werking van 1/4 tot 1/3. Deze kan men neutraliseeren door eene positieve lens van 1/4 te verschuiven van 0 tot op 1 Par. Duim; zoodat voor elk der tien onderdeelen der schaal, volgens welke de spherische werking

eisch is hier nog, dat de draaiende beweging der cylinders en het uitschuiven van de spherische lenzen gelijktijdig, door dezelfde mechaniek en naar vereischte evenredigheid, voortgebracht worde.

Te vergeefs zal men trachten door combinatie van twee lenzen van Stokes eene veranderlijke spherische lens te construeeren. Oogenschijnlijk zoude men meenen dat de twee resulteerende cylinders bij plaatsing loodrecht op elkander telkens eene overeenkomstige spherische lens zouden vormen. Intusschen, zooals wij gezien hebben, levert de gewone Stokes' lens geen enkelvoudigen resulteerenden cylinder; maar in den meridiaan loodrecht daarop ontstaat tevens eene evenredige verandering van de breking. Bij combinatie van twee lenzen van Stokes vormen beider cylinders twee aan twee, steeds dezelfde spherische lens; maar veranderlijke spherische werking wordt niet verkregen.

Veranderlijke spherische werking van eene lens kennen wij tot hiertoe, op praktisch gebied, alléén door verandering van den afstand van het spherische glas, zooals zulks bij den Hollandschen kijker geschiedt.

---

telkens met 1/120 toeneemt, de afstanden van de lens van + 1/4 tot de gecombineerde negatieve lens, daarbij moet bedragen:

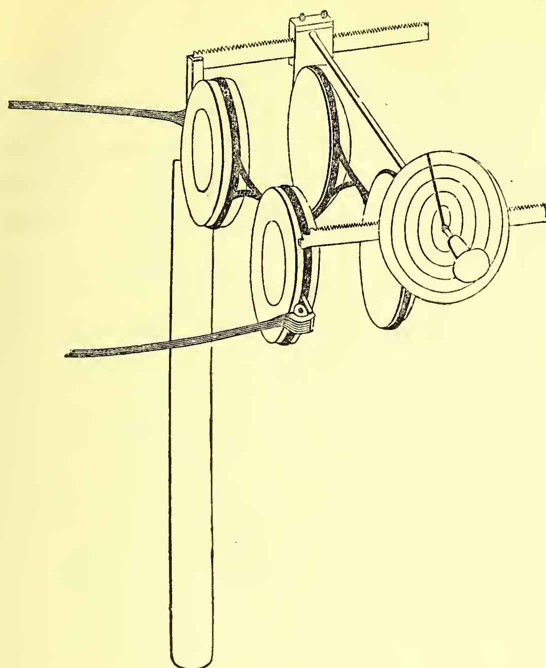
1 Par. Dm.	= 12 Par. Lijn of ongeveer	= 12	Par. Lijn.
11/12 „	= 11	= 11	„
16/19 „	= $10^2/_{19}$	= 10.1	„
28/37 „	= $9^3/_{37}$	= 9.08	„
2/8 „	= 8	= 8.	„
4/7 „	= $6^6/_7$	= 6.9	„
8/17 „	= $5^{11}/_{17}$	= 5.7	„
4/11 „	= $4^4/_{11}$	= 4.4	„
3/4 „	= 3	= 3.	„
4/31 „	= $1^{17}/_{31}$	= 1 5	„
0 „	= 0	= 0.	„

Bij den tooneelkijker is het doel, behalve correctie van de refractie, tevens zooveel mogelijk vergrooting van den gezichtshoek te erlangen. Zullen wij den Hollandschen kijker aanwenden tot bepaling van ametropie, dan wenschen we zooveel doenlijk de vergrooting buiten te te sluiten. Terwijl in den tooneelkijker de glazen zoo ver mogelijk uit elkander geplaatst worden, moet voor ons doel die afstand zoo gering mogelijk zijn.

De refractometer van von Graefe, een zeer lange Hollandsche kijker, was eene poging om dit principe tot bepaling der ametropie aan te wenden, maar haar vorm voldeed allerminst aan den door ons gestelden eisch; door de lengte van den koker wordt het gezichtsveld klein en de afstand wordt nu onjuist beoordeeld, waardoor de ontspanning der accommodatie belemmerd kan worden.

Het principe van den tooneelkijker is stellig zeer wel als refractometer aan te wenden, mits men in het oog houde dat de vergrooting gering en het gezichtveld ruim moet zijn, en dat ook met de beide oogen gelijktijdig moet kunnen waargenomen worden.

Tot dit doel ontwierp ik eene combinatie van een bril met negatieve glazen van 1 duim brandpuntsafstand en een positieven bril van 2 duim brandpuntsafstand. Door middel van getande stang en rondsel kan de afstand der twee brillen veranderd worden. Bedraagt die afstand 1 duim dan is de gecombineerde werking der brillen $= 1/\infty$. Is de afstand 0, dan is de werking $= -1/2$. Vergroot men daarentegen de afstand verder dan twee duim, zoo verkrijgt men positive werking. Door den rondsel wordt tevens een wijzer in beweging gebracht, die op eene plaat de werking bij de verschillende afstanden aangeeft. Voor de sterkere positieve lenzen is de voorkeur te geven aan eene combinatie van $+ 1/2$ met $- 1/2$. Dergelijke toe-



nemende brillen worden vervaardigd door den Instrumentmaker Verlaan te Utrecht.

In de praktijk levert de aanwending van dergelijke veranderlijke lenzen onberekenbaar voordeel. Het achtereenvolgend beproeven van verschillende brilglazen toch is zeer tijdroovend en moet lichtelijk aanleiding geven tot vergissingen. Men heeft daarom een tal van optometers en refractometers voorgesteld, die echter voor het meerendeel al te zeer te kort te schieten ten opzichte van den eisch, dat men, bij de bepaling der refractie, rekening moet kunnen houden met de relatieve accommodatie, en dat men gelijktijdig door gezichtscherpte-bepalingen de aangaven moet kunnen controleeren.